

(12) NACH DEM VERTRÄG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
21. März 2002 (21.03.2002)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 02/23172 A1

(51) Internationale Patentklassifikation¹: **G01N 21/95.**
G02B 21.00

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT [DE/DE]**, Wittelsbacherplatz 2, 80333 München (DE)

(21) Internationales Aktenzeichen: **PCT/DE01/03075**

(72) Erfinder: und

(22) Internationales Anmeldedatum:
10. August 2001 (10.08.2001)

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **GERHARD, Detlef [DE/DE]**, Hamklstr. 40, 81829 München (DE)

(25) Einreichungssprache: **Deutsch**

(74) Gemeinsamer Vertreter: **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT**, Postfach 22 16 34, 80506 München (DE)

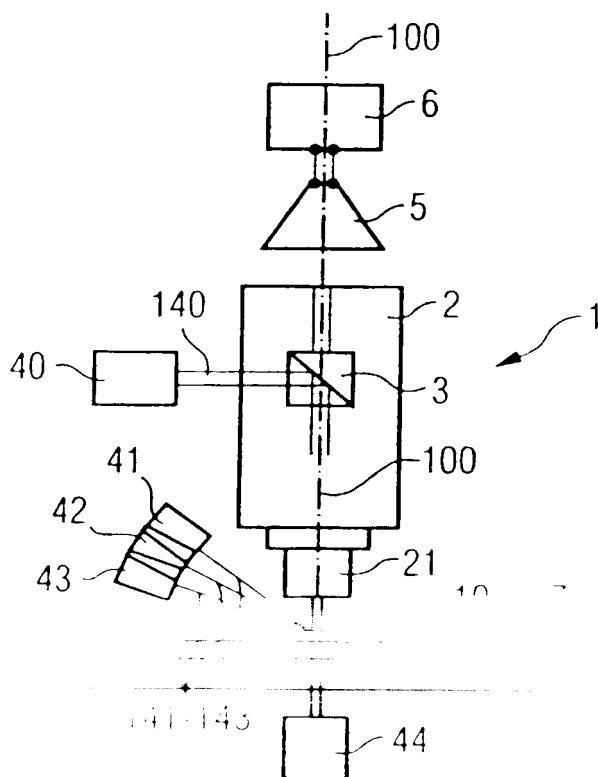
(30) Angaben zur Priorität:
100 45 245 0 13. September 2000 (13.09.2000) DE

(81) Bestimmungsstaat (national): US

{Fortsetzung auf der nächsten Seite}

(54) **Title:** DEVICE FOR THE OPTICAL INSPECTION OF AN OBJECT SURFACE THAT IS TO BE CHECKED FOR DEFECTS

(54) **Bezeichnung:** EINRICHTUNG FÜR OPTISCHE INSPEKTION EINER AUF DEFEKTE HIN ZU PRÜFENDEN OBERFLÄCHE EINES OBJEKTES



(57) **Abstract:** The invention relates to a device (1) for optically inspecting a surface of an object (10), comprising a line camera (5) and an illuminating system with near-laser radiation which is allocated to the microscope lens system (2).

(57) **Zusammenfassung:** Einrichtung (1) für optische Inspektion einer Oberfläche eines Objekts (10) mit einer Zeilenkamera (5) und mit einem der Mikroskopoptik (2) zugeordneten Beleuchtungssystem mit lasernaher Strahlung.

172 A1

WO 0



(84) Bestimmungsstaaten (regional): europäisches Patent (AL, BE, CH, CY, DE, DK, ES, EL, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR).

Erklärungen gemäß Regel 4.17:

Innsichtlich der Berechtigung des Anmelders, ein Patent zu beantragen und zu erhalten (Regel 4.17 Ziffer iv) für die folgenden Bestimmungsstaaten europäisches Patent (AL, BE, CH, CY, DE, DK, ES, EL, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR)

Erfindererklärung (Regel 4.17 Ziffer iv) nur für ES

Veröffentlicht:

mit internationalem Recherchenbericht

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen

Beschreibung

Einrichtung für optische Inspektion einer auf Defekte hin zu prüfenden Oberfläche eines Objekts

5

Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf eine Einrichtung und auf ein Verfahren zur optischen Inspektion zum Feststellen, ob die Oberfläche eines Objekts, insbesondere eines Halbleiter-Wafers, Defekte aufweist.

10

Im Rahmen der automatischen Fertigung von industriellen Bauteilen, insbesondere von Halbleiterbauteilen und/oder von für diese zu verwendenden Halbzeugen, hat eine zuverlässige Qualitätskontrolle einen außerordentlich hohen Stellenwert. Zum Beispiel ist dies der Fall bei der Herstellung von Halbleiterbauelementen und den dort als Halbzeuge zu verwendenden Wafern. Diese Wafer müssen zumindest im Bereich ihrer Oberfläche frei sein von nach z.B. einem Sägeprozeß möglicherweise aufgetretenen Muschelausbrüchen und frei sein von auf der Oberfläche oder in dieser vorhandenen Partikeln und dergleichen. Wichtig ist, dass für eine derartige Qualitätskontrolle, durch z.B. optische Inspektion, zu verwendende Einrichtungen und Verfahren möglichst wenig die Fertigungsorganisation stören und in diese integrierbar sind.

15

Je nach Größe der Oberfläche eines zu prüfenden Objekts sind bereits Verfahren bekannt. Ein solches ist z.B. eine manuelle Sichtprüfung der Oberfläche des Objekts mit schräg einfallendem Licht, das in Art einer taumelnden Bewegung der Einfallrichtung auf diese Oberfläche auffällt. Es kann auch eine vorzugsweise automatisch arbeitende Inspektion mit Hilfe einer Zeilenkamera ausgeführt werden, wobei über die Oberfläche hinweg diese abgescannt wird. Die Pixelanzahl einer solchen

Bekannt ist auch die automatische Inspektion, bei der mit einer zweidimensional auflösenden Kamera die zu prüfende Oberfläche des Objekts abgescanned wird. Variationen der dabei notwendigerweise angewendeten Beleuchtung der Oberfläche ermöglichen, unterschiedlich hohe Auflösung zu erreichen. Es ist auch bekannt, mittels eines Strahles mit Laserlicht die Oberfläche eines Objekts derart abzutasten, dass Objekt und Laserstrahl mit hoher Geschwindigkeit relativ zueinander bewegt werden.

10

Das für eine automatische Inspektion von Waferoberflächen noch als aussichtsreichst angesechene Verfahren des Standes der Technik ist die Inspektion mit einer zweidimensional auflösenden Kamera.

15

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine speziell für Fertigungsprozesse verwendbare, ausreichend schnell und zuverlässig arbeitende Einrichtung anzugeben, mit der die zu prüfende Oberfläche eines Objekts mit ausreichend hoher Auflösung zu prüfen ist. Insbesondere soll die als Lösung der Aufgabe anzugebende Einrichtung derart aufgebaut sein, dass die zeitlichen Intervalle zwischen notwendigerweise durchzuführenden Überprüfungen und Wartungsarbeiten sowie eventuellen Neu- oder Nachjustierungen möglichst groß sind, dass dadurch bedingte Unterbrechungen des fortlaufenden Fertigungsprozesses der z.B. Halbleiterbauteile möglichst selten hinzunehmen sind.

Die Lösung dieser Aufgabe gewährleistet eine Einrichtung gemäß der Lehre des Patentanspruches 1 sowie das Betriebsverfahren einer solchen Einrichtung. Weiterbildungen dieser Lehre gehen aus den jeweiligen Unteransprüchen hervor.

Der Erfindung liegt die Erkenntnis zugrunde, dass zur optischen Inspektion einer auf Defekte hin zu überprüfenden Oberfläche eines Objekts, z.B. einer Waferscheibe, eine solche Einrichtung besonders geeignet ist, mit der diese Oberfläche

Zeilenweise, zeitgleich einzeilig oder auch mehrzeilig mittels einer entsprechenden, an sich bekannten Zeilenkamera abgescannt wird. Eine solche Zeilenkamera ist hier ein Anteil eines Messkopfes mit dazu einer Mikroskop-Optik, diese angeordnet zwischen der Kamera und dem Objekt. Ein Positionierungssystem dient zur Ausführung wahlweiser Bewegungen von Objekt und Messkopf relativ zueinander. Hinzu kommt ein besonders ausgestaltetes Beleuchtungssystem. Dieses Beleuchtungssystem ist für wahlweise Hellfeld-, Dunkelfeld- und/oder Durchlicht-Betrieb angepaßt ausgeführt und in der erfindungsgemäßen Einrichtung an jeweils vorzugebender Stelle justierbar angeordnet.

Hervorzuheben ist bei der erfindungsgemäßen Einrichtung, dass ihr Beleuchtungssystem in besonderer Weise ausgebildet ist.

Im Stand der Technik sind Beleuchtungssysteme mit, nämlich wegen der erforderlich hohen Intensität der Beleuchtung, Halogenlampen verwendet worden. Diese haben aber eine relativ kurze Lebensdauer. Sie müssen daher von Zeit zu Zeit ersetzt werden. Wegen der hohen Genauigkeitsanforderungen ist bloßes Auswechseln der Halogenlampen unzureichend, denn zwangsläufig sind damit zeitraubende Nachjustierungen erforderlich, die dementsprechend den Ablauf von Fertigungsprozessen stören.

Bei der vorliegenden Erfindung ist ein Beleuchtungssystem vorgeschlagen, das als Lichtquelle wenigstens eine Licht-emittierende Halbleiterdiode hat. Diese ist jedoch so ausgebildet und betrieben, dass sie lasernahes Licht aussendet. Lasernahes Licht ist definiert gemäß solches Licht, dessen spektrale Verteilung innerhalb eines engen Wellenlängenbereiches $\Delta\lambda = +/- 1/20 \lambda$ liegt, mit λ gleich der Wellenlänge des Lichts. Der Austrittswinkel der Strahlung aus der Lichtausstrittsfläche des Halbleiterkörpers der Halbleiterdiode liegt

Licht, das in einem Anregungsbereich liegt, der schon nahe dem Bereich der stimulierten Emission der Laserstrahlungserzeugung liegt. Im Fall mehrerer Halbleiterdioden in der Lichtquelle des Beleuchtungssystems der Erfindung sind diese 5 Dioden in einem sich wenigstens eindimensional erstreckenden Array angeordnet, können also in einer Linie oder über eine Fläche hinweg verteilt als Array angeordnet sein. Wie schon angedeutet, hat ein solches Beleuchtungssystem eine Betriebsdauer von mindestens mehreren Tausend Stunden, so dass die 10 ebenerwähnten Wartungsintervalle, gemessen an sonstigen Wartungsintervallen einer Produktionseinrichtung praktisch keine Rolle mehr spielen und deshalb zeitliche Ausfälle auch wegen erforderlicher Justierungen entfallen.

15 Das erfindungsgemäß verwendete Beleuchtungssystem kann für Hellfeld-, Dunkelfeld- und auch für Durchlicht-Betrieb des für die optische Abbildung verwendeten Mikroskops benutzt werden. In der Einrichtung können ein oder mehrere mit Halbleiterdiode mit lasernahem Licht ausgerüstete Beleuchtungssysteme vorgesehen und angeordnet sein. Mit dem erfindungsgemäß vorgesehenen Beleuchtungssystem können alle klassischen Beleuchtungsaufbauten und -arten realisiert werden. Hierzu sei auf die Erläuterungen zu weiteren Ausführungsformen und die Figur 1 verwiesen.

20

25 Vorzugsweise ist die Mikroskop-Optik der Einrichtung mit insbesondere in Revolverkopfanordnung vorgesehenen Objektiven ausgerüstet. Wie bekannt können diese Objektive durch Drehen des Revolverkopfes in den Strahlengang des Mikroskops eingeschwenkt werden. Für die bekannte Hell- und Dunkelfeld-Beleuchtung durch das Mikroskop hindurch enthält dieses einen wie bekannten Strahlteiler. Wie ebenfalls bekannt, wird Hellfeld-Beleuchtung mit Hilfe des im Mikroskop vorhandenen Strahlteilers bei mit der optischen Achse des Mikroskops koaxialer Ausrichtung der Beleuchtungsstrahlung erreicht. Bei außeraxialem Verlauf der Beleuchtungsstrahlung im Mikroskop ergibt dies die bekannte Dunkelfeld-Beleuchtung. Additiv und

oder alternativ kann auch außerhalb des Mikroskops schräge Beleuchtung mittels eines erfindungsgemäßen Beleuchtungssystems vorgesehen sein, nämlich in einem, bezogen auf das Mikroskop, von dessen optischer Achse abweichenden Einstrahlwinkel direkt auf die zu prüfende Stelle der Oberfläche des Objekts. Dies ergibt bekanntermaßen eine Dunkelfeld-Beleuchtung für den Mikroskopbetrieb.

Beleuchtung gemäß dem Durchlicht-Verfahren erfolgt in wie an 10 sich bekannter Weise.

Die Beleuchtungsintensität des erfindungsgemäßen Beleuchtungssystems kann steuerbar eingestellt werden. Insbesondere kann Regelung der Konstanz der Lichtintensität vorgesehen 15 sein. Die Intensität kann bei vorgesehenen mehreren Licht emittierenden Halbleiterdiode durch geregelten Diodenstrom erreicht werden. Insbesondere lässt sich durch Einschalten einzelner oder einzelner Gruppen von Halbleiterdioden des Beleuchtungssystems der Lichteinstrahlwinkel innerhalb der 20 durch den Aufbau des Beleuchtungssystems gegebener Grenzen schaltbar variieren. Es können z.B. zeilenweise Halbleiterdioden eines mehrzeiligen Arrays ein- und ausgeschaltet werden, wodurch innerhalb des Beleuchtungssystems eine Änderung des Winkels des in diesem System verlaufenden Strahlenganges auf- 25 tritt und entsprechend genutzt werden kann.

Figur 1 zeigt in Prinzipdarstellung den Aufbau einer erfindungsgemäßen Einrichtung.

30 Figur 2 zeigt auf eine Ebene projiziert den Strahlenverlauf, ausgehend von dem erfindungsgemäßen Beleuchtungssystem auf die Oberfläche des Objekts auf der Projektionsebene und weiter in die Zeilenkamera.

der Technik sein. In dem Mikroskop 2 ist ein wie bekannter Stahlteiler 3 vorhanden. Mit 40 ist ein Beleuchtungssystem der Art der Erfindung bezeichnet. Mit 41 bis 43 sind weitere fakultativ (z.B. auch anstelle des Systems 40) vorgesehene Beleuchtungssysteme nach Art der Erfindung bezeichnet. Mit 5 ist eine Zeilenkamera, mit 6 eine Auswerteeinrichtung und mit 7 ein Positioniersystem jeweils hier beschriebener Art und z.B. nach Art des Standes der Technik bezeichnet. Vorzugsweise umfaßt das Mikroskop 2 auch mehrere Objektive in einem Revolverkopf 21 nach Art des Standes der Technik. Die vom Beleuchtungssystem 40 ausgesandte lasernahe Strahlung 140 tritt seitlich in das Mikroskop 2 ein und wird im Strahlenteiler 3 parallel zum abbildenden Strahlengang des Mikroskops auf die Oberfläche des Objekts 10 abgelenkt. Dies entspricht der bekannten Hellfeld-Beleuchtung. Dunkelfeld-Beleuchtung, vorzugsweise hellfeldnahe Dunkelfeldbeleuchtung, wird erreicht, wenn diese im Strahlenteiler 3 abgelenkte Strahlung 140 im Winkel zur Achse 100 der Optik des Mikroskops auf die zu prüfende Oberfläche des Objekts 10 auftreffen. Mit den Beleuchtungssystemen 41 bis 43, deren emittiert lasernahe Strahlungen 141 bis 143 schräg, und zwar wie ersichtlich in verschiedenen wahlweisen Winkeln auf die Oberfläche des Objekts 10 auftreffen, kann ebenfalls Dunkelfeld-Beleuchtung für das Arbeiten mit dem Mikroskop 2 bewirkt werden. Mit 144 ist die lasernahe Strahlung des für Durchlicht-Arbeiten vorgesehenen Beleuchtungssystems 44 bezeichnet. Bei, bezogen auf die Achse 100 des Mikroskops 2 schrägem Einfall (nicht dargestellt) dieser Strahlung 144 ist wiederum Dunkelfeld-Beleuchtung des Objekts bewirkt. Für das Arbeiten mit Durchlicht ist eine solche Lichtwellenlänge, z.B. im Infrarot-Bereich, zu wählen, für die das Objekt wenigstens weitgehend lichtdurchlässig ist.

Die Figur 2 zeigt das erfindungsgemäß vorgesehene und ausgetaltete Beleuchtungssystem 40. Um eine wie für die Erfindung vorgesehene ein- bzw. parallel mehrzeilige Beleuchtung der mit der Darstellungsebene zusammenfallenden Oberfläche des

Objekts 10 zu erreichen, ist eine an sich bekannte zylindrisch-optische Einrichtung bzw. Linse 20 vorgesehen. Diese weitet die aus dem Beleuchtungssystem austretende Strahlung 140 zu der dargestellten und beschriebenen beleuchteten Zeile 240 auf. Mit einem entsprechenden optischen Linsensystem 120 kann auch ein zweidimensionales Array angeordneter strahlender Halbleiterdioden zu einer beleuchteten Zeile 240 auf dem Objekt 10 optisch abgebildet werden. Bei (mittels des Positionierungssystems 7 auszuführenden, fortlaufenden) Verschiebungen, angedeutet durch den Doppelpfeil 17 des Objekts 10 gegenüber dem Ort der z.B. linienförmigen Zeile 240 der Strahlung 140 des Beleuchtungssystems 40 erfolgt ein Abscannen der in der Figur 2 angedeuteten Oberfläche des Objekts 10. Mit L ist die Länge der beleuchteten Zeile bezeichnet, die gleich 15 der Breite des augenblicklich mit der erfindungsgemäßen Einrichtung überprüften Oberflächenanteils des Objekts 10 ist.

Mit 340 ist die Licht- bzw. Strahlungs-emittierende Halbleiterdiode des jeweiligen Beleuchtungssystems bezeichnet. Diese 20 Halbleiterdiode wird durch entsprechend bemessene Stromspeisung so betrieben, dass sie im angegebenen, bzw. oben definierten, Bereich der Emission laser-nahe Strahlung arbeitet. Damit ist bereits eine extrem starke Bündelung der emittierten Strahlung erreicht, aber noch das Auftreten eines Granulationseffekts im Beleuchtungsfeld der Strahlung vermieden, 25 nämlich wie dies infolge Auftretens von Interferenzen innerhalb echter kohärenter Laserstrahlung der Fall ist. Die bei der Erfindung benutzte laser-nahe Emission ist eine in sich noch inkohärente Lichtstrahlung.

50

Die Auswertung des von der Kamera 5 jeweils aufgenommenen Bildes erfolgt in der Auswerteeinrichtung 6 nach an sich bekannten Prinzip. Wie zu verwendende Kamera ist vorzuhinweisen.

werden fakultativ mehrere nahe beieinander liegende parallele Lichtlinien auf der Oberfläche des Objekts 10 erzeugt. Eine solche Lichtlinie kann in der Praxis bis zu $L = 300$ mm lang sein, nämlich z.B. für Makroinspektion. Für mikroskopische 5 Aufnahmen empfiehlt es sich, diese Länge der Lichtlinie nur auf wenige Millimeter zu bemessen. Insbesondere wegen der wenigstens Laser-nahen Eigenschaft, scharfe Bündelung in Richtung der Breite b der Zeile 240, des erfindungsgemäß verwendeten Lichtes der Beleuchtungssysteme 40 bis 44 kann erreicht 10 werden, dass die -Breite der Lichtlinie, dieses Maß ist für die Auflösung wichtig, kleiner als bemessen werden kann.

Vorzugsweise ist für eine erfindungsgemäße Einrichtung ein Positioniersystem für die Kamera, insbesondere für eine verwendet 15 eindimensional aufnehmende Zeilenkamera, vorgesehen.

Eine wie hier zu verwendende Zeilen-Kamera kann z.B. eine solche mit einem eindimensionalen CCD-Array sein.

Patentansprüche

1. Einrichtung (1) für optische Inspektion einer auf Defekte hin zu prüfenden Oberfläche eines Objektes (10) mit einer Kamera (5) mit wenigstens einer optisch bildaufnehmenden Zeile, einer Mikroskop-Optik (2), angeordnet zwischen der Kamera (5) und dem Objekt (10),
5 einem Positionierungssystem (7) zur Positionierung des Objekts (10) und zur Ausführung wahlweiser Bewegung (17) relativ zueinander von Objekt (10) und Mikroskop-Optik (2) zwecks Scannens der Oberfläche des Objekts (10) und
10 wenigstens einem Beleuchtungssystem (40 - 44), das für vor-gebar Hellfeld-, Dunkelfeld- und/oder Durchlicht-Betrieb in der Einrichtung (1) justierbar angeordnet ist,
15 wobei ein solches Beleuchtungssystem (40 - 44) so ausgebildet und derart justierbar angeordnet ist, dass mit diesem ein we-nigstens eine Zeile umfassendes Flächenelement ($L \times b$) auf der Oberfläche des wahlweise positionierbaren (17) Objekts (10) zu beleuchten ist
20 und wobei das Beleuchtungssystem (40 - 44) eine Lichtquelle zur Aussendung einer Strahlung (140 - 144) mit wenigstens la-sernahem Licht ist, wobei die dieses Licht erzeugende Quelle wenigstens eine in dem Beleuchtungssystem angeordnete Licht-emittierende Halbleiterdiode (340) ist, wobei mehrere solcher
25 Halbleiterdioden in einem sich wenigstens eindimensional erstreckenden Array zueinander positioniert angeordnet sind.

2. Einrichtung nach Anspruch 1,
durch gekennzeichnet,
30 dass ein jeweiliges Beleuchtungssystem (40 - 44) für Hell-feld-, Dunkelfeld- und/oder Durchlicht-Mikroskopbetrachtung in dazu ausgewählt angepaßtem Winkel zur optischen Achse (100) des Mikroskops (2) angeordnet ist.

dass die Einrichtung (1) mit mehreren unterschiedlich ausgerichteten Beleuchtungssystemen (40-44) ausgerüstet ist.

4. Einrichtung nach Anspruch 1, 2 oder 3,
5 durch gezeichnet,
dass das Mikroskop (2) mehrere Objektive (21) hat, die an einem Revolverkopf angeordnet sind.
6. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4,
10 durch gezeichnet,
dass für Konstanz der Lichtintensität der Beleuchtung eine Regelung des Speisestroms des/der Beleuchtungssysteme (40-44) vorgesehen ist.
- 15 7. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5,
durch gezeichnet,
dass ein Positioniersystem für die Kamera (2) vorgesehen ist.
- 20 8. Verfahren zum Betrieb einer Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6,
durch gezeichnet,
dass für den Wechsel zwischen Hellfeld-, Dunkelfeld- und/oder Durchlicht-Betrieb das jeweilige Beleuchtungssystem (41 - 44) aktiviert wird.
- 25 9. Verfahren zum Betrieb einer Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7,
durch gezeichnet,
dass durch Auswahl jeweils eines der vorgesehenen Beleuchtungssysteme (40-44) der Lichteinstrahlwinkel eingestellt wird.
- 30 10. Verfahren zum Betrieb einer Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8,
durch gezeichnet,
dass Hell- oder Dunkelfeld-Betrieb mittels Beleuchtung durch den Strahlteiler (3) im Mikroskop (2) hindurch bewirkt wird.

1/1

FIG 1

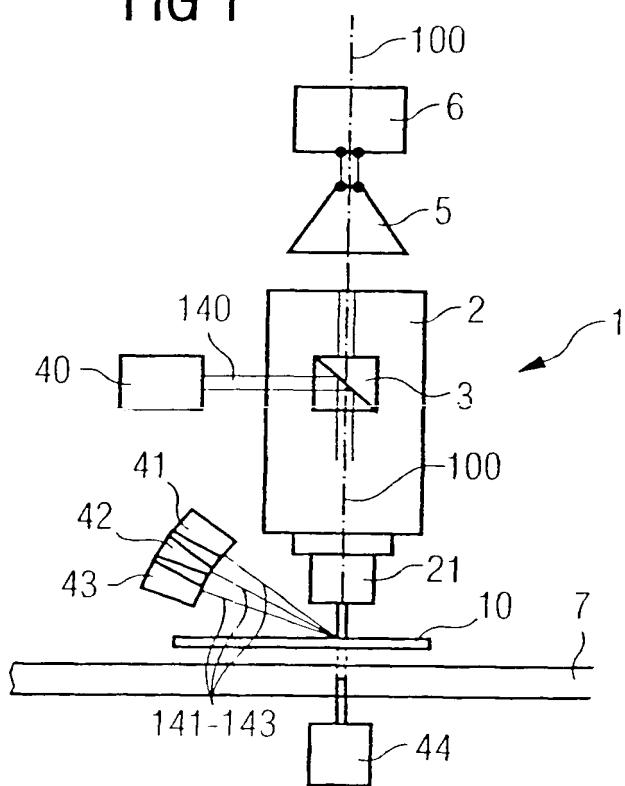
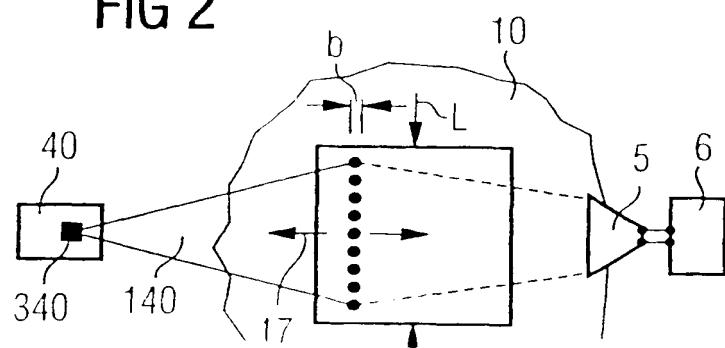


FIG 2



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Inte i Application No
PCT/DE 01/03075

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
 IPC 7 G01N21/95 G02B21/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 G01N G02B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No
X	US 6 028 306 A (HAYASHI SHINICHI) 22 February 2000 (2000-02-22) column 12, line 22 -column 14, line 10; figures 5,6 ---	1,7
Y	US 6 043 932 A (KUSUNOSE HARUHIKO) 28 March 2000 (2000-03-28) column 6, line 55 -column 7, line 37; figures 1,2 ---	1,7
Y	WO 00 26646 A (APPLIED MATERIALS INC) 11 May 2000 (2000-05-11) page 5, line 34 -page 7, line 35 page 15, line 6 -page 16, line 5; figure 2 ---	1,7 -/-

Further documents are listed in the continuation of box C.

Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *&* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

4 December 2001

Date of mailing of the international search report

12/12/2001

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel: (+31-70) 340-2040, Tx: 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Stuebner, B

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Int'l Application No.
PCT/DE 01/03075

C. (Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document with indication where appropriate of the relevant passages	Relevant to claim(s)
A	US 5 777 732 A (HELL STEFAN ET AL) 7 July 1998 (1998-07-07) column 2, line 32 - line 50; claim 21; figure 2 ---	1, 1.7
A	US 5 995 220 A (SUZUKI YASUYOSHI) 30 November 1999 (1999-11-30) column 3, line 1 -column 4, line 6; figure 1 ---	1-3, 7, 8
A	EP 0 557 558 A (MITSUI MINING & SMELTING CO) 1 September 1993 (1993-09-01) column 2, line 45 -column 5, line 61; figure 1 -----	1.7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

Int	Application No
PCT/DE 01/03075	

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)		Publication date
US 6028306	A	22-02-2000	JP	10311950 A		24-11-1998
US 6043932	A	28-03-2000	JP US	10282010 A 6195202 B1		23-10-1998 27-02-2001
WO 0026646	A	11-05-2000	EP WO	1125113 A1 0026646 A1		22-08-2001 11-05-2000
US 5777732	A	07-07-1998	DE WO EP	4414940 A1 9530166 A1 0706671 A1		02-11-1995 09-11-1995 17-04-1996
US 5995220	A	30-11-1999	JP	11237210 A		31-08-1999
EP 0557558	A	01-09-1993	US EP DE DE	5298963 A 0557558 A1 69220474 D1 69220474 T2		29-03-1994 01-09-1993 24-07-1997 05-02-1998

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Inter. Aktenzeichen

PCT/DE 01/03075

A. KLASIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

IPK 7 GO1N21/95 G02B21/00

Nach der internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff - Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole
IPK 7 GO1N G02B

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Ansprech Nr.
X	US 6 028 306 A (HAYASHI SHINICHI) 22. Februar 2000 (2000-02-22) Spalte 12, Zeile 22 -Spalte 14, Zeile 10; Abbildungen 5,6 ---	1,7
Y	US 6 043 932 A (KUSUNOSE HARUHIKO) 28. März 2000 (2000-03-28) Spalte 6, Zeile 55 -Spalte 7, Zeile 37; Abbildungen 1,2 ---	1,7
Y	WO 00 26646 A (APPLIED MATERIALS INC) 11. Mai 2000 (2000-05-11) Seite 5, Zeile 34 -Seite 7, Zeile 35 Seite 15, Zeile 6 -Seite 16, Zeile 5: Abbildung 2 ---	1,7

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C 7 zu entnehmen

Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von abgedeckten Veröffentlichungen

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E altes Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Erfindungsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Erfindungsdatum veröffentlicht worden ist

T Später Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

V Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfindender Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfindender Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

X Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Content der Abschlußberichtsformular, Anlage 1, Blatt 1

Fax: 031-70-340-3044, 70-340-3045
Fax: 031-70-340-3046
Fax: 031-70-340-3049

Stuebner, B

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Int.	tales Aktenzeichen
PCT/DE 01/03075	

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	(Betr. Anspruch Nr.)
A	US 5 777 732 A (HELL STEFAN ET AL) 7. Juli 1998 (1998-07-07) Spalte 2, Zeile 32 - Zeile 50; Anspruch 21; Abbildung 2 ---	1,7
A	US 5 995 220 A (SUZUKI YASUYOSHI) 30. November 1999 (1999-11-30) Spalte 3, Zeile 1 - Spalte 4, Zeile 6; Abbildung 1 ----	1-3.7.8
A	EP 0 557 558 A (MITSUI MINING & SMELTING CO) 1. September 1993 (1993-09-01) Spalte 2, Zeile 45 - Spalte 5, Zeile 61; Abbildung 1 -----	1.7

INTERNATIONAL RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Int. Aktenzeichen:

PCT/DE 01/03075

In Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung		Mitglieder(ern) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 6028306	A	22-02-2000	JP	10311950 A	24-11-1998
US 6043932	A	28-03-2000	JP US	10282010 A 6195202 B1	23-10-1998 27-02-2001
WO 0026646	A	11-05-2000	EP WO	1125113 A1 0026646 A1	22-08-2001 11-05-2000
US 5777732	A	07-07-1998	DE WO EP	4414940 A1 9530166 A1 0706671 A1	02-11-1995 09-11-1995 17-04-1996
US 5995220	A	30-11-1999	JP	11237210 A	31-08-1999
EP 0557558	A	01-09-1993	US EP DE DE	5298963 A 0557558 A1 69220474 D1 69220474 T2	29-03-1994 01-09-1993 24-07-1997 05-02-1998

